

## ПАРАМЕТРИЈСКО МОДЕЛОВАЊЕ ТРАКАСТОГ ТРАНСПОРТЕРА PARAMETRIC MODELING OF BELT CONVEYOR

Горан Црљеница, Драган Живанић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

### Област – МАШИНСТВО

**Кратак садржај** – У овом раду описан је поступак параметријског моделовања тракастог транспортера у програмском пакету „Catia V5-6R2016”. У првом делу је описан општи поступак параметризације, док је у другом делу, на основу претходног прорачуна, моделиран тракасти транспортер у складу са правилима параметризовања.

**Кључне речи:** *Параметријско моделовање, CATIA, тракасти транспортер*

**Abstract** – *This paper describes the process of parametric modeling of a belt conveyor in the software package „Catia V5-6R2016”. The first part describes the general parametrization procedure, while the second part describes the belt conveyor based on the previous calculation in accordance with the parametrization rules.*

**Key words:** *Parametric modeling, CATIA, belt conveyor*

### 1. УВОД

Тракасти транспортери су транспортни уређаји чија је основна намена да пренесу робу између две тачке помоћу бескрајне траке [1]. Транспортна трака је пребачена и затегнута обично између два бубња и његови основни саставни делови су поред бескрајне траке: рамови носеће конструкције, ваљци или клизна подлога за ношење траке, затезна и погонска станица [1].

Тракасти транспортери имају веома широку примену, и обезбеђују рационалан транспорт великих количина расуте и комадне робе на великим и малим дистанцама. У овом раду узети су подаци тракастог транспортера за транспорт каменог угља, слика 1.



Слика 1. Тракасти транспортер [2]

### НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Живанић, ванр. проф.

### 2. МОДЕЛОВАЊЕ ТРАКАСТОГ ТРАНСПОРТЕРА

Помоћу програмског пакета „Catia V5-6R2016” извршено је моделовање тракастог транспортера. 3D модел је израђен коришћењем следећих модула: *Part, Assembly, Shape design*. Сви делови су израђени у *Part design* модулу користећи и неке од неке од команди из *Shape design-a* ради поједностављења поступка параметризовања делова транспортера.

Први корак је моделовање хоризонталног С профила праве секције транспортера. Усвојен је профил *UNP100x50x6mm*. При самом моделовању битно је узети у обзир да ће овај модел бити повезан са формулама и да ће бити мењан у складу са захтевима, па је зато битно од почетка повезивати све параметре у складу са очекиваним изменама. Након што је моделован профил, на њега су постављени отвори за вертикалне носаче, носаче са ваљчаним слоговима и хоризонталне укрућујуће пречке. Следећи корак је моделовање вертикалних носача са плочицама и носача са ваљцима, хоризонталних и косих укрућења.

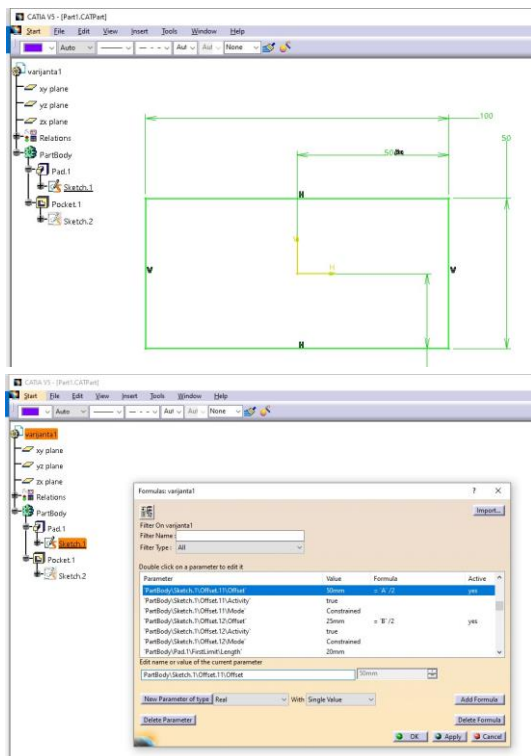
#### 2.1. Параметризовање модела

Утврђено је да инжењери проводе највећи део свог времена на преправљање постојећих модела, док само мали проценат утроше на обликовање нових производа, док у неким случајевима та вредност може да падне и на 0%. На основу ових података може се закључити да се баш у овом пољу мора постићи већи степен аутоматизације. Параметризација представља посебну врсту моделовања, уз коришћење формула као и *Excel* табела, при чему се смањује потребно време за моделовање и формирање база података.

Иницијално параметријско моделовање захтева значајно више времена од стандардног, али након што се добије параметризован модел промена било које вредности, тј. величине, захтева мало времена у односу на преправљање постојећег непараметризованог модела. Скраћење укупног потребног времена за моделовање у великој мери директно утиче на смањење финалне цене производа.

#### 2.2. Formula

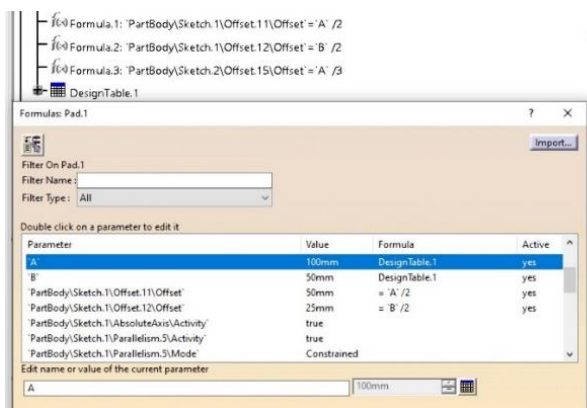
Команда *Formula* се користи за додавање веза између геометријских параметара које пројектант додаје на 3D модел. На слици 2 се може видети поступак додавања веза између параметара. Први и основни корак је прављење *Sketch-a* у окружењу *Part design* и цртање основе модела којој се додају параметри.



Слика 2. Команда Formula

Након додавања формуле појавиће се симбол  $f(x)$  поред параметра, као ознака за његово параметризовање. У горњем левом углу у стаблу тј. у пољу *Relations*, се генеришу све унесене формуле. У било ком тренутку свака формула се може преправити и променити по потреби. Двокликом на формулу се може модификовати вредност уколико постоји потреба за тиме.

Име параметара могуће је променити тако што се обележи параметар којем је потребно променити име, отвара се команда *Formula* и обележава се име параметара које је аутоматски генерисано, а уместо њега се уписује ново име, што се може видети са слике 3. Такође, све претходно креиране формуле у пољу *Relations* ће аутоматски променити назив параметра у складу са новим заданим именом.



Слика 3. Промена имена параметара

Сви преименовани параметри могу се видети тако што се отвори команда *Formula* и у пољу *Filter type* се промени вредност на *Renamed parameters*. На листи ће се појавити сви параметри који су преименовани у том делу.

## 2.3. Design Table

*Design table* се може направити користећи *CATIA* датотеке, тако што се испишу параметри у *Design table* којима се задају одговарајуће вредности. Други начин за извођење овога је прављење табеле у *Microsoft Excel-u*, након чега се *Catia* повеже са *Design table*. Пре тога је потребно преименовати све параметре у складу са именима која су уписана у *Excel-u* због повезивања параметара.

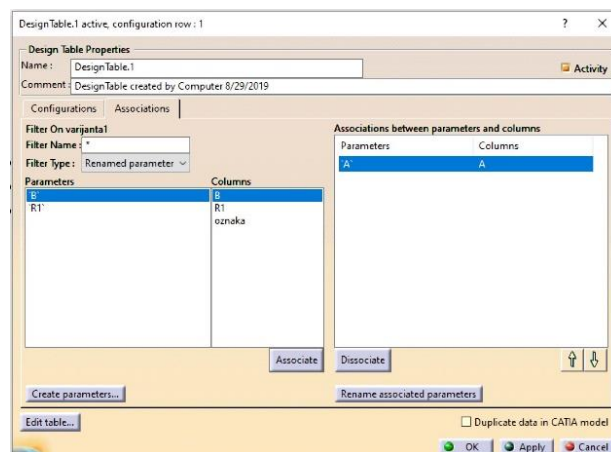
У *Excel* се уносе имена параметара, док се у заграду уносе одговарајуће јединице за тај параметар. Јединице параметара које се користе у овом раду су дужина – *length (mm)* и угао – *angle (deg)*. Након што су унете све вредности параметара за једну варијанту, уносе се вредности и за остале варијанте. Не постоји ограничење колико параметара и варијанти се могу унети у *Excel*.

	A	B	C	D	E
1	PartNumber	A(mm)	B(mm)	R1(mm)	
2	varijanta1	100	50	7.5	
3	varijanta2	150	75	10	
4	varijanta3	200	100	12.5	
5					
6					
7					
8					
9					
10	varijanta1				
11	A(mm)	100			
12	B(mm)	50			
13	R1(mm)	7.5			
14					
15					

Слика 4. Пример Excel табеле

Након што су унесени сви параметри за све варијанте, креира се падајући мени помоћу кога се бира варијанта која се жели активирати. На *Sheet 2*. се уносе параметри који су изабрани падајућим менијем варијанти, јер уколико би *Design table* повезали са *Excelom*, *Catia* би препознала вредности параметара за варијанту 1 и након промене варијанте не би дошло до промене параметара.

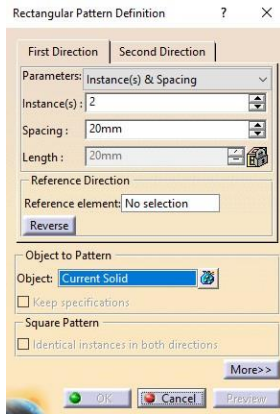
Уколико се јави потреба, вредности параметара могу се модификовати у *Excel-u* и након што се сачува, аутоматски ће доћи до промене параметара у *CATIA-i*.



Слика 5. Повезивање са Design table

### 3. ПАРАМЕТРИЗАЦИЈА ТРАКАСТОГ ТРАНСПОРТЕРА

Након што је завршено моделовање *C* профила праве секције почиње се са параметризацијом. Дужина самог носача повезана је са параметром из *Excel* табеле *Lp1*. Број отвора на носачу мора да зависи од дужине самог носача и да се у складу са том димензијом мења. Сви отвори су умножени командом *RecPattern* у њој су коришћене две променљиве *Instance(s)* – број понављања и *Spacing* – размак између отвора.

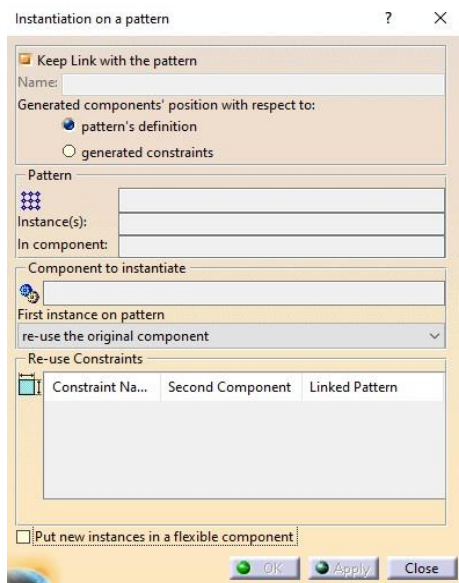


Слика 6. Команда *RecPattern*

Размак између отвора се узима на основу препорука [3] за праву секцију тј. за конкавну и конвексну кривину.

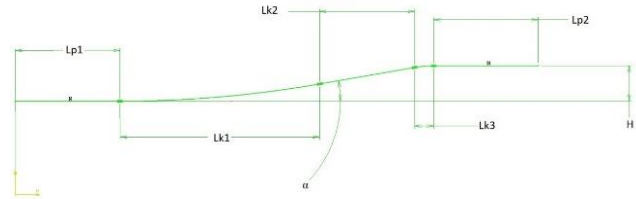
Након што је моделовани подклоп ваљчаног слога постављен на отворе на *C* профилу, користи се команда *Reuse Pattern* за умножавање подклопова дуж профила. Умножавање се врши тако што се у поље *Component to instantiate* одабере који се део умножава, а у поље *Pattern* се бира *Pattern* који је коришћен за умножавање отвора дуж профила што се може видети са слике 7.

На тај начин је обезбеђено да уколико дође до промене димензија, односно параметара из *Excel* табеле, број отвора, број ваљчаних слогова и вертикалних носача ће се променити.



Слика 7. Команда *Reuse pattern*

Моделирање кривина се мора извести на другачији начин него код правих секција, због променљиве геометрије и углова који хоризонтални носачи морају међусобно да заклапају. На слици 8. је приказана путања косе секције транспортера.



Слика 8. Путања косе секције транспортера

Командом *Extract* су извучене појединачне линије ових секција које се после користе за умножавање цевастих носача. Помоћу команде *Extrude se* извлачи цео профил дуж *X* осе. Почетна тачка се поставља у нулту тачку линије профила, а на њу се постављају две линије које се користе као референце за прављење координатног система.

Прва линија је тангентна на профил, док је друга нормална на извучену површину. Координатни систем се поставља у почетну тачку, док је референца за *X* осу линија која је тангентна на профил косе секције. За *Y* осу је узета линија која је нормална на извучену површину. Профил цевастог профила се позиционира на раван координатног система.

Основна идеја параметријског моделовања ових носача је да се направи само један део и да се умножи дуж предвиђене путање. Сваки носач мора да се наслања на следећи носач под одговарајућим углом да би се испоштовала претходно моделована путања профила.

На претходно извучене линије секција, командом *Points Repetition* умножавају се тачке и равни које су нормалне на линије профила. Ове равни се користе за постављање профила *Sketch-a* носача и за сечење истих. При коришћењу команде *Points Repetition* у пољу *Curve* се означава линија дуж које ће се умножавати тачке и на коју ће равни бити нормално постављене. У поље *Spacing* се уноси растојање које дефинише дужину цевастих носача, односно међусобно растојање равни којим ће се сећи носачи.

Када су генерисане равни и тачке дуж путање, постављају се линије које повезују тачке, односно средине генерисаних равни. Ове линије се користе као правци извлачења носача дуж путање, тако што се у *Pad-u* у поље *Reference* означи ова линија. На слици 9. се може видети приказ генерисаних носача коришћењем параметријског моделовања.

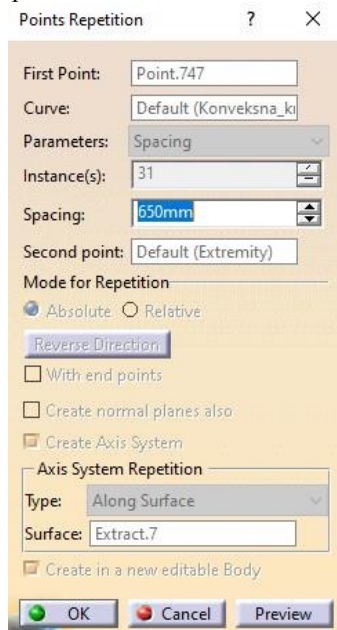


Слика 9. Генерисани носачи косе секције

Код конвексне и конкавне кривине потребно је додати координатне системе чија је једна оса тангентна са

извученом линијом профила, а друга оса нормална на површину, јер вијци које је потребно додати морају бити нормални на површину цевастог носача тј. површину путање. Ово се постиже тако што се предходно моделовани координатни систем умножи помоћу команде *Points Repetition* која се може видети на слици 10.

У поље *Curve* се бира линија кривине, и уписује се растојање које одговара броју носача ваљака који се налазе у тој секцији транспортера. У пољу *Axis System Repetition* под *Type* бира се опција *Along Surface* тј. извучена површина путање и као референца се узима извучена површина цевастих носача.



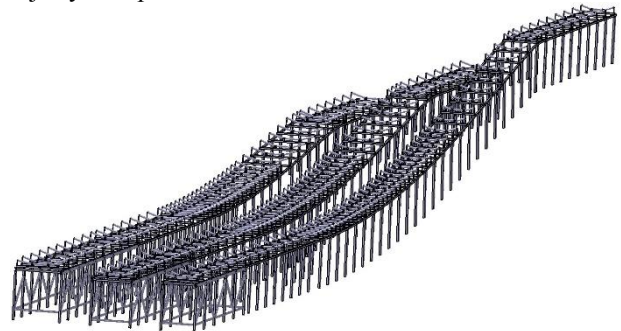
Слика 10. Команда *Points Repetition*

У косој секцији транспортера због променљиве геометрије носача није било могуће користити команду *Rectangular Pattern* која умножава дуж праве линије, већ команду *User pattern*. У поље *Object* прво се означава део који се умножава, док у поље *Positions* се бира предходно направљен *Points Repetition Axis systems* на основу кога се аутоматски дефинише број умножавања. У пољу *Anchorn* бира се координатни систем првог вертикалног носача који служи као референтни координатни систем за умножавање вертикалних носача. Команда *User pattern* је приказана на слици 11.



Слика 11. Команда *User pattern*

Након што су сви делови умножени и позиционирани на одговарајуће место у склопу, променом варијанте у *Excel* табели долази до промене *3D* модела у *Catii*. На слици 12. се могу видети резултати све три варијанте које су генерисане.



Слика 12. Приказ варијанти тракастог транспортера

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Параметријско моделовање омогућава брзе и једноставне промене параметара, што уједно смањује потребно време за израду као и време за проверу након измена, да би се утврдило да ли је дошло до колизије или неправилности елемената склопа. Аутоматизација овог процеса смањује финалне трошкове, као и могућност за појаву грешака приликом промене неког од параметара.

На основу добијених параметризованих модела тракастог транспортера може се закључити да овај вид моделовања представља будућност израде *3D* модела, због својих одличних карактеристика и могућности које пружају. Иницијално, параметријско моделирање захтева више труда, али уштеде које се остварују по питању времена, умногоме превазилазе сав додатни напор који се улаже при почетном моделовању.

#### 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] [https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/8450/mod\\_resource/content/0/Predavanja\\_kontinualna\\_sredstva/TrakastiTransporter.pdf](https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/8450/mod_resource/content/0/Predavanja_kontinualna_sredstva/TrakastiTransporter.pdf) (приступљено у септембру 2019.)
- [2] <https://www.pinterest.com/pin/496521927646566724/http://definicije.blogspot.rs/2013/04/> (приступљено у септембру 2019.)
- [3] Механизација претовара, Јован Владић, Нови Сад, 1991.,

#### Кратка биографија:



**Горан Црљеница** рођен је у Новом Саду 1991. Дипломирао на Факултету техничких наука, 2015. године, на студијском програму Механизације и конструкционог машинства.



**Драган Живанић** рођен је у Сремској Митровици 1972. год. Докторирао је 2012. год, а од 2019. ради као ванр. проф. на Факултету техничких наука у Новом Саду.